

DIALOG(R)File 347:JAPIO
(c) 2003 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

05903128 **Image available**
VIBRATION-PROOFING OPTICAL SYSTEM

PUB. NO.: 10-186228 A]
PUBLISHED: July 14, 1998 (19980714)
INVENTOR(s): YANARI MITSUHIRO
APPLICANT(s): NIKON CORP [000411] (A Japanese Company or Corporation), JP
 (Japan)
APPL. NO.: 09-272115 [JP 97272115]
FILED: September 17, 1997 (19970917)
INTL CLASS: [6] G02B-013/02; G02B-023/02
JAPIO CLASS: 29.2 (PRECISION INSTRUMENTS -- Optical Equipment)

ABSTRACT

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an observation-purpose vibration-proofing optical system of a simple composition and high optical performance such as a telescope, binoculars.

SOLUTION: This optical system comprises an objective lens system consisting of, from an object side successively, a first lens group L(sub 1) with a positive refraction power, a second lens group L(sub 2) with a negative refraction power, and a prism system PR for erecting an image, and an eyepiece system EP with an overall positive refraction power for observing with eye by magnifying the erected image formed on the side of the eye by the objective lens system and the prism system RP for erecting the image. In this case, the first lens group includes at least one positive lens and one negative lens, and the image is stabilized by deviating the image by moving the second lens group L(sub 2) in the direction orthogonal to the optical axis.

?

(10) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-186228

(43) 公開日 平成10年(1998) 7月14日

(51) Int.Cl.⁶

G 0 2 B 13/02
23/02

識別記号

F I

G 0 2 B 13/02
23/02

審査請求 未請求 請求項の数 4 F D (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平9-272115

(22) 出願日 平成9年(1997) 9月17日

(31) 優先権主張番号 特願平8-311468

(32) 優先日 平8(1996)11月6日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 矢成 光弘

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株
式会社ニコン内

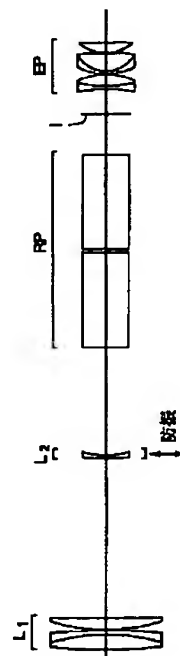
(74) 代理人 弁理士 猪熊 克彦

(54) 【発明の名称】 防振光学系

(57) 【要約】

【課題】簡単な構成でかつ高い光学性能を有する望遠鏡や双眼鏡等の観察用の防振光学系を提供する。

【解決手段】物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群 L_1 と負の屈折力を有する第2レンズ群 L_2 と正立用プリズム系R Pとより構成される対物レンズ系と、対物レンズ系によって正立用プリズム系R Pより眼側に形成された正立像Iを拡大して眼視するための、全体で正の屈折力を有する接眼レンズ系とより構成された光学系において、第1レンズ群 L_1 は少なくとも1枚の正レンズと1枚の負レンズを含み、第2レンズ群 L_2 を光軸に対してほぼ直交する方向に移動させることにより像を変位させて像安定化を行うことを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と負の屈折力を有する第2レンズ群と正立用プリズム系とより構成される対物レンズ系と、前記対物レンズ系によって前記正立用プリズム系より眼側に形成された正立像を拡大して眼視するための、全体で正の屈折力を有する接眼レンズ系とより構成された光学系において、前記第1レンズ群は少なくとも1枚の正レンズと1枚の負レンズを含み、前記第2レンズ群を光軸に対してほぼ直交する方向に移動させることにより像を変位させて像安定化を行うことを特徴とする防振光学系。

【請求項2】前記対物レンズ系全体の焦点距離を f とし、前記第1レンズ群の焦点距離を f_1 とし、前記第1レンズ群と第2レンズ群との主点間隔を D としたとき、以下の条件を満足することを特徴とする請求項1に記載の防振光学系。

$$0.25 \leq f_1/f \leq 0.75$$

$$0.05 \leq D/f \leq 0.6$$

$$0.2 \leq D/f_1 \leq 0.8$$

【請求項3】対物レンズ系の前記第2レンズ群の焦点距離を f_2 としたとき、以下の条件を満足することを特徴とする請求項2に記載の防振光学系。

$$-2.2 \leq f_2/f_1 \leq -0.25$$

【請求項4】対物レンズ系の前記第2レンズ群は1枚の負レンズからなり、該負レンズの d 線を基準としたアッベ数を ν_{d2} としたとき、以下の条件を満足することを特徴とする請求項3に記載の防振光学系。

$$40 \leq \nu_{d2}$$

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は望遠鏡や双眼鏡等の観察用の光学系に関し、特に光学系中に光軸に対して偏心可能な偏心光学系を配置し、振動時に偏心光学系を偏心することによって画像を偏向して、手振れ等による振動に起因する画像のブレを補正することができる防振光学系に関する。

【0002】

【従来の技術】ブレ補正手段を備えた双眼鏡等の観察光学系としては、例えば特開昭55-98718号公報に開示されたものがある。同公報で開示されたブレ補正手段は、光学系内にジンバル枠によって宙吊りしたプリズムをジャイロモータによって空間的に安定させることによって、像安定化を行うものである。この他にブレ補正機構を備えた光学系としては、特開平2-271316号公報や、特開平7-43646号公報に開示されたものがある。前者は、カルダン軸という支持機構によって正立用光学系を動かして、像安定化を行うものである。また後者は、可変頂角プリズムを変形させることによって光軸を偏向させて、像安定化を行っている。また偏心光学系によるブレ補正手段を有する防振光学系は、撮影

光学系であるカメラレンズで実用化されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ブレ補正手段として正立用光学系を動かすような場合、ジャイロモータやジンバル枠、カルダン軸等の複雑で大掛かりな装置が必要のため、光学機器も大きくなり小型化が困難であった。また可変頂角プリズムを用いた防振光学系では、一般に画像のブレを可変頂角プリズムによって補正しようとする、偏心倍率色収差が増大し画像の劣化を招くが、光学系の簡素化を図りつつ偏心倍率色収差を補正することは、非常に困難である。また正立用プリズム系や可変頂角プリズムの材質を適当に選択することによって、ブレ補正時の偏心倍率色収差を良好に補正する手段が報告されている。しかし可変頂角プリズムの材質で実用的な素材は極めて限定されることから、さまざまな仕様の光学系において、ブレ補正を行わないときの各種色収差を良好に補正しつつ、ブレ補正時の偏心倍率色収差を補正することは難しい。

【0004】また偏心光学系を有する防振光学系は、カメラレンズでは実用化されているが、このような写真撮影用の光学系の構成は複雑であり、比較的簡単な構成が要求される望遠鏡や双眼鏡等の観察光学系への適用には適さない。従って偏心光学系によるブレ補正手段を有し、しかも簡単な構成で高い光学性能を持った望遠鏡や双眼鏡等の眼視による観測を目的とした観察用の防振光学系は、提案されていない。

【0005】それ故本発明は、光軸に対してほぼ直交する方向にシフト又はチルトさせることができる偏心光学系を光学系中に配置することによって像を偏向させ、手振れや進行中の車中等での振動による像のブレを補正することのできる防振光学系において、簡単な構成でかつ高い光学性能を有する望遠鏡や双眼鏡等の観察用の防振光学系を提供することを課題とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は上記課題を解決するためになされたものであり、すなわち、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と負の屈折力を有する第2レンズ群と正立用プリズム系とより構成される対物レンズ系と、前記対物レンズ系によって前記正立用プリズム系より眼側に形成された正立像を拡大して眼視するための、全体で正の屈折力を有する接眼レンズ系とより構成された光学系において、前記第1レンズ群は少なくとも1枚の正レンズと1枚の負レンズを含み、前記第2レンズ群を光軸に対してほぼ直交する方向に移動させることにより像を変位させて像安定化を行うことを特徴とする防振光学系である。

【0007】本発明においては、手振れ等の振動時に第2レンズ群を光軸とほぼ直交する方向に移動することにより、振動による変位を打ち消す方向に画像を変位させて、安定した画像を得ることが出来る。また本発明で

は、第2レンズ群の後側に正立用プリズム系を配置しており、これによって正立用プリズムの眼側に正立像を結像している。更に本発明では双眼鏡等のアフォーカル光学系として使用するために、正立像を拡大して観察するための接眼レンズ系を、正立用プリズムより眼側の位置に配置している。

【0008】本発明における接眼レンズ系の構成は、後記する実施例の構成に限定されるものではなく、光学系の仕様によって様々な構成とすることができる。例えば接眼レンズ系を、物体側から順に負のレンズ群と、視野絞りと、正のレンズ群により構成することができる。この構成の場合、構成は複雑になるものの、接眼レンズ系の焦点距離を短くすることができ、しかも広い視野と長いアイレリーフと良好に補正された収差を得ることができる。したがってこのような構成は、特に高倍率の望遠鏡に適する。

【0009】本発明においては、

f : 対物レンズ系全体の焦点距離

f_1 : 対物レンズ系の第1レンズ群の焦点距離

D : 対物レンズ系の第1レンズ群と第2レンズ群との主点間隔

とするとき、

$$0.25 \leq f_1/f \leq 0.75 \quad (1)$$

$$0.05 \leq D/f \leq 0.6 \quad (2)$$

$$0.2 \leq D/f_1 \leq 0.8 \quad (3)$$

なる各条件式を満足することが好ましい。

【0010】(1)式は、対物レンズ系全体の焦点距離 f と第1レンズ群の焦点距離 f_1 との比を規定したものである。 f_1/f の値を小さくすると、第2レンズ群の光軸からの偏心量に対する像の変位量の比を大きくすることができ、したがって第2レンズ群の小さな移動量で像の変位量を大きくすることができる。また適切な設計により、補正レンズ群である第2レンズ群のレンズ径を小さくすることが出来るから、第2レンズ群の重量が軽くなり、ブレ補正機構にかかる負担を少なくすることができるので好ましい。また望遠比を小さくすることが容易となり、したがってレンズの全長を短くすることが容易になるので、コンパクト性に優れ、実用上非常に有利である。但し f_1/f の値が条件式(1)の下限を越えると、対物レンズ系全体の焦点距離 f に対して第1レンズ群の焦点距離 f_1 が小さくなりすぎ、良好な収差補正が困難になる。特に第1レンズ群の収差補正が不十分であると、第2レンズ群を偏心させたときの各収差の劣化が著しくなり好ましくない。また対物レンズ系全体の F 値が小さい場合は、第1レンズ群の F 値は更に小さくなり、各収差の補正、特に球面収差の補正が困難になる。これを補正するためには複雑なレンズ構成が必要となり、光学系の過大化を招き重量やコスト等実用上の問題点が多くなるため好ましくない。特に補正レンズ群である第2レンズ群の構成が複雑になってレンズ枚数が増え

ると、第2レンズ群の重量が重くなり、ブレ補正機構にかかる負担が大きくなって機構の複雑化を招くので好ましくない。望遠鏡や双眼鏡等のように、カメラなどの撮影光学系と比べて簡単でかつ軽量の構成が要求される光学系においては、レンズの複雑化や過大化は好ましくない。

【0011】逆に f_1/f の値を大きくすると、望遠比を小さくすることが出来ず、全長が長くなるという欠点が生じる。しかしその反面、第1レンズ群の F 値を大きくすることから、収差の補正が容易になり、光学系の構成を簡略化しかつ軽量化することができる。また第2レンズ群の偏心量に対する像の変位量の比が小さくなるから、必要とする像の変位量を得るための第2レンズ群の偏心量が大きくなり、第2レンズ群のレンズ径やブレ補正機構が大きくなる。しかしその反面、製造公差や偏心のためのレンズ制御の精度を緩くすることができるから、製造上の問題点が少なくなる利点がある。但し f_1/f の値が条件式(1)の上限を越えると、対物レンズ系全体の焦点距離 f に対して第1レンズ群の焦点距離 f_1 が長くなるので、収差補正は容易になるが、望遠比が過度に大きくなり全長が長くなってしまい好ましくない。更に第2レンズ群の光軸からの偏心量に対する像の変位量の比が過度に小さくなり、第2レンズ群を大きく移動させても小さな像の変位しか得られず、像の変位量に対してレンズの偏心量が大きくなりすぎる。従って所定の像の変位量を得るためには、第2レンズ群の可動部分を大きくしなくてはならず、ブレ補正機構の過大化を招き実用上好ましくない。

【0012】条件式(2)は、第1レンズ群の主点と第2レンズ群の主点との間隔 D と、対物レンズ系全体の焦点距離 f との比を規定したものである。 D/f の値が条件式(2)の下限を越えると、第1レンズ群と第2レンズ群の間隔が近づきすぎてレンズ群同士がぶつかる可能性がある。また望遠比が大きくなり全長が長くなってしまいうえ、第2レンズ群の過大化を招くので好ましくない。逆に D/f の値を大きくすると、第2レンズ群から像面までの距離が短くなり、プリズムを大きくすることができなくなるから、広視野化が難しくなる。しかし望遠比を小さくすることができるから、レンズの全長を短くすることが容易になり、コンパクト性に優れるという利点がある。但し D/f の値が条件式(2)の上限を越えると、第2レンズ群から像面までの距離が過度に短くなってしまい、プリズムを配置することができなくなるので好ましくない。ここで更に好ましくは、条件式(2)は以下のように設定することが望ましい。

$$0.12 \leq D/f \leq 0.55 \quad (2a)$$

【0013】条件式(3)は、第1レンズ群の主点と第2レンズ群の主点との間隔 D と、第1レンズ群の焦点距離 f_1 との比を規定したものである。条件式(1)および(2)を満足していても、主点間隔 D が第1レンズ群

の焦点距離 f_1 よりも大きくなってしまふ場合があり好ましくない。条件式(1)および(2)と同時に、条件式(3)を満足する必要がある。 D/f_1 の値が条件式(3)の下限を越えると、第1レンズ群と第2レンズ群の間隔が近づきすぎてレンズ群同士がぶつかる可能性がある。また望遠比が大きくなり全長が長くなってしまふうえ、第2レンズ群の過大化を招き、さらに条件式(2)の下限を越えてしまふことがあるので好ましくない。逆に D/f_1 の値が条件式(3)の上限を越えると、第2レンズ群から像面までの距離が短くなってしまふ、プリズムを配置することができなくなるうえ、条件式(2)の上限を越えてしまふことがあるので好ましくない。ここで更に好ましくは、条件式(3)は以下のように設定することが望ましい。

$$0.3 \leq D/f_1 \leq 0.67 \quad (3a)$$

【0014】また本発明においては、

f_2 : 対物レンズ系の第2レンズ群の焦点距離とすると、

$$-2.2 \leq f_2/f_1 \leq -0.25 \quad (4)$$

なる条件を満足することが好ましい。条件式(4)は、第1レンズ群と第2レンズ群のそれぞれの焦点距離の比を規定したものであり、 f_2/f_1 の値を-1に近づけると、ベッツバル和がゼロに近づき像面湾曲収差の補正が容易になる。 f_2/f_1 の値が条件式(4)の下限を越えると、ベッツバル和が大きくなり像面湾曲収差が大きくなってしまふ上に、望遠比が大きくなり全長が長くなってしまふため好ましくない。逆に f_2/f_1 の値が条件式(4)の上限を越えると、第2レンズ群の屈折力が強くなり、諸収差、特に歪曲収差やブレ補正時の偏心コマ収差や偏心倍率色収差の補正が困難になり、またベッツバル和が負に大きくなり像面湾曲収差が大きくなってしまふため好ましくない。更に好ましくは、条件式(4)は以下のように設定することが望ましい。

$$-2.0 \leq f_2/f_1 \leq -0.35 \quad (4a)$$

【0015】望遠鏡や双眼鏡等の観察光学系では、光学系の簡略化や軽量化が要求されるが、このような場合は第2レンズ群を2枚あるいは3枚程度の色消しレンズで構成することができる。これによりレンズ枚数の少ない簡単な構成になるから、重量を軽減してブレ補正機構の簡略化を図ることができ、しかも各種色収差の補正、特に倍率色収差や偏心倍率色収差の補正を行うことが可能となる。

【0016】第2レンズ群を2枚のレンズによって構成した場合には、

$$1.5 \leq \nu_{dif} \quad (5)$$

なる条件式を満足することが好ましい。但し、

ν_{dif} : 第2レンズ群の2枚のレンズの硝種のアッベ数の差(絶対値)

である。条件式(5)の下限を越えると、色消しの効果が少なくなり、第2レンズ群に2枚のレンズを使う効果が

が少なくなり好ましくない。

【0017】また、球面収差を良好に補正しつつコマ収差、特に防振時の偏心コマ収差を良好に補正するためには、さらに以下の条件を満足することが望ましい。

$$-5 \leq (n_d - 1) \cdot f_2/R_{2a} \leq 3 \quad (6)$$

但し、

n_d : 第2レンズ群の最も物体側のレンズの硝種の d 線に対する屈折率

R_{2a} : 第2レンズ群の最も物体側のレンズ面の曲率半径である。条件式(6)は、第2レンズ群の最も物体側のレンズ面 R_{2a} 面の屈折力と、第2レンズ群全体の屈折力との比を規定したものである。条件式(6)の下限を越えると、球面収差の補正は容易になるが、ブレ補正時の偏心コマ収差の補正が困難になり好ましくない。逆に条件式(6)の上限を越えると、コマ収差やブレ補正時の偏心コマ収差の補正は容易にはなるが、球面収差の補正が困難になるため好ましくない。ここで更に好ましくは、条件式(6)は以下のように設定することが望ましい。

$$-3 \leq (n_d - 1) \cdot f_2/R_{2a} \leq 1.5 \quad (6a)$$

【0018】また本発明においては、第2レンズ群を1枚の負レンズによって構成することもできる。すなわち第1レンズ群と正立用プリズム系、接眼レンズ系の構成を適切に設定することにより、第2レンズ群を負の単レンズによって構成し、しかも諸収差、特にブレ補正時の偏心収差を良好に補正することができる。さらに第2レンズ群を単レンズにすることによって、補正レンズ群の構成を極力簡略化して光学系の軽量化を図り、ブレ補正機構を簡略化することができるから、いろいろな点で有利である。

【0019】しかしながら第2レンズ群を単レンズによって構成した場合には、色収差の補正、特にブレ補正時の偏心倍率色収差の補正を行うことが困難になる。したがって次の条件式(7)を満足する必要がある。

$$40 \leq \nu_{d2} \quad (7)$$

但し、

ν_{d2} : 第2レンズ群の1枚の負レンズの硝種の d 線のアッベ数である。条件式(7)は、1枚の負レンズよりなる第2レンズ群のアッベ数 ν_{d2} を規定したものである。 ν_{d2} が条件式(7)を下回ると、第2レンズ群による色の分散が大きくなり、倍率色収差、特に偏心倍率色収差が大きくなりすぎて好ましくない。ここで更に好ましくは、条件式(7)は以下のように設定することが望ましい。

$$50 \leq \nu_{d2} \quad (7a)$$

【0020】

【発明の実施の形態】以下に本発明の実施の形態を説明する。図1、図3、図5及び図7は本発明による防振光学系の第1～第4実施例を示す。各実施例とも物体側から順に、対物レンズ系と接眼レンズ系E Pとからなる。対物レンズ系は、正の屈折力を有する第1レンズ群 L_1

と、負の屈折力を有する第2レンズ群 L_2 と、正立用プリズム系RPとからなる。第1レンズ群 L_1 は、少なくとも1枚の正レンズと1枚の負レンズを含んでいる。第2レンズ群 L_2 は、光軸に対してほぼ直交する方向に移動可能に配置されており、振動時に第2レンズ群 L_2 を偏心させることにより、像位置を補正できるように構成されている。また第1実施例では、第2レンズ群 L_2 は単レンズからなり、第2～第4実施例では、第2レンズ群 L_2 は貼り合わせレンズからなる。接眼レンズ系EPは正の屈折力を有し、対物レンズ系によって正立用プリズム系RPよりも眼側の結像面Iに形成される正立像を、拡大して眼視するためのものである。

【0021】以下の表1～表4に、それぞれ第1～第4実施例の諸元を示す。各表の「レンズ諸元」中、第1欄Noは物体側からの各レンズ面の番号、第2欄Rは各レンズ面の曲率半径、第3欄dは各レンズ面の光軸上での間隔、第4欄 n_d は各レンズのd線に対する屈折率、第5欄 ν_d は各レンズのd線を基準としたアッペ数である。また以下の表5に、各実施例について前記各条件式の値を示す。

【0022】

【表1】【主要諸元】

$f=260.0$ $f_1=104.0$ $f_2=-67.5$ $D=63.5$
視野数=15.9 対物 $F_{no}=6.5$

【レンズ諸元】

No	R	d	n_d	ν_d
1	207.97	5.5	1.51680	64.10
2	-77.03	1.5	1.75692	31.62
3	-240.78	0.2		
4	69.09	4.5	1.51680	64.10
5	1602.18	58.8		
6	871.22	1.0	1.51680	64.10
7	33.53	40.0		
8	∞	35.0	1.56883	56.05
9	∞	1.4		
10	∞	35.0	1.56833	56.05
11	∞	24.6		
12	-63.15	1.0	1.80458	25.50
13	44.75	4.5	1.62041	60.14
14	-25.09	0.2		
15	24.89	1.0	1.80458	25.50
16	12.81	6.5	1.58913	61.09
17	-274.75	0.2		
18	15.69	4.0	1.58913	61.09
19	594.75			

【0023】

【表2】【主要諸元】

$f=260.0$ $f_1=104.0$ $f_2=-67.5$ $D=63.5$
視野数=15.9 対物 $F_{no}=6.5$

【レンズ諸元】

No	R	d	n_d	ν_d
1	198.97	5.5	1.51680	64.10
2	-68.70	1.5	1.75692	31.62
3	-246.22	0.2		
4	75.52	4.5	1.51680	64.10
5	-763.94	56.8		
6	249.25	1.0	1.51680	64.10
7	20.28	2.0	1.74950	35.19
8	26.00	40.0		
9	∞	37.0	1.56883	56.05
10	∞	1.4		
11	∞	37.0	1.56833	56.05
12	∞	24.3		
13	975.77	1.0	1.80458	25.50
14	40.63	3.5	1.56384	60.69
15	-40.23	0.2		
16	32.25	1.0	1.80458	25.50
17	14.39	5.5	1.62041	60.14
18	-74.62	0.2		
19	15.91	3.5	1.62041	60.14
20	149.83			

【0024】

【表3】【主要諸元】

$f=260.0$ $f_1=156.0$ $f_2=-140.0$ $D=100.0$
視野数=15.9 対物 $F_{no}=6.5$

【レンズ諸元】

No	R	d	n_d	ν_d
1	239.36	4.0	1.51680	64.10
2	-136.65	1.5	1.80458	25.50
3	-361.49	0.2		
4	100.81	3.0	1.51680	64.10
5	525.72	93.5		
6	105.40	2.0	1.60342	38.03
7	-185.66	1.0	1.71300	53.93
8	57.46	30.0		
9	∞	37.0	1.56883	56.05
10	∞	1.4		
11	∞	37.0	1.56833	56.05
12	∞	25.5		
13	-58.93	1.0	1.80458	25.50
14	44.75	4.5	1.58913	61.09
15	-22.29	0.2		
16	28.43	1.0	1.80458	25.50
17	14.94	6.0	1.58913	61.09
18	-188.17	0.2		
19	17.58	4.0	1.62041	60.14
20	-506.66			

【0025】

【表4】【主要諸元】

$f=200.0$ $f_1=130.0$ $f_2=-257.1$ $D=40.0$

視野数=16.1 対物 $F_{no}=6.25$

[レンズ諸元]

No	R	d	n_d	ν_d
1	221.66	3.5	1.51680	64.10
2	-119.45	1.5	1.80458	25.50
3	-294.07	0.2		
4	87.72	2.5	1.51680	64.10
5	616.69	34.1		
6	193.59	2.0	1.60342	38.03
7	-341.01	1.0	1.71300	53.93
8	106.06	40.0		
9	∞	46.0	1.56883	56.05
10	∞	1.4		

実施例番号

	1	2	3	4
(1) f_1/f	0.40	0.40	0.60	0.65
(2) (2a) D/f	0.24	0.24	0.38	0.20
(3) (3a) D/f_1	0.61	0.61	0.64	0.31
(4) (4a) f_2/f_1	-0.65	-0.65	-0.90	-1.98
(5) ν_{dif}	—	28.91	15.90	15.90
(6) (6a) $(n_d - 1) \cdot f_2/R_{2a}$	-0.04	-0.14	-0.80	-0.80
(7) (7a) ν_{d2}	64.10	—	—	—

【0027】図2に第1実施例の対物レンズ系の横収差と倍率色収差を示す。同図中、(A)は第2レンズ群を光軸上に配置し、したがって像変位量がゼロのときを示し、(B)と(C)は第2レンズ群を偏心させて像変位量を1mmとしたときを示す。同様に図4、図6、図8に第2～第4実施例の諸収差を示す。各収差図において ω は半面角を表す。各収差図より明らかなように、各実施例の対物レンズ系とも、防振補正を行わないときも行ったときも、優れた結像性能を有することが解る。なお上記各収差図は対物レンズ系の収差であるが、対物レンズ系での各収差が非偏心時と偏心時の双方の状態で良好に補正されているから、接眼レンズ系を含めた各収差も良好に補正されることは自明である。

【0028】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、光軸とほぼ直交する方向にシフト又はチルト可能な偏心光学系を光学系中に配置することによって像を偏向させ、手振れや進行中の車中等での振動による像のブレを補正して良好な画像を得ることのできる光学系において、ブレ補正時の収差、特に偏心コマ収差と偏心倍率色収差が良好に補正され、しかも簡単な構成でかつ高い光学性能を有する望遠鏡等の観察用の防振光学系が得られる。また本発明による光学系を左右一対設けることによって、簡単な構成で優れた光学性能を有する双眼鏡等の観察用の防振

11	∞	46.0	1.56833	56.05
12	∞	49.4		
13	-85.40	1.0	1.80458	25.50
14	40.00	4.5	1.58913	61.09
15	-25.80	0.2		
16	31.70	1.0	1.80458	25.50
17	17.53	5.5	1.51680	64.10
18	-61.18	0.2		
19	18.36	4.0	1.62041	60.14
20	-520.00			

【0026】

【表5】

光学系も得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施例の構成図

【図2】第1実施例の対物レンズ系の、(A)防振補正を行わないとき、及び(B)(C)像変位量が1mmとなるように防振補正をしたときの諸収差図

【図3】第2実施例の構成図

【図4】第2実施例の対物レンズ系の、(A)防振補正を行わないとき、及び(B)(C)像変位量が1mmとなるように防振補正をしたときの諸収差図

【図5】第3実施例の構成図

【図6】第3実施例の対物レンズ系の、(A)防振補正を行わないとき、及び(B)(C)像変位量が1mmとなるように防振補正をしたときの諸収差図

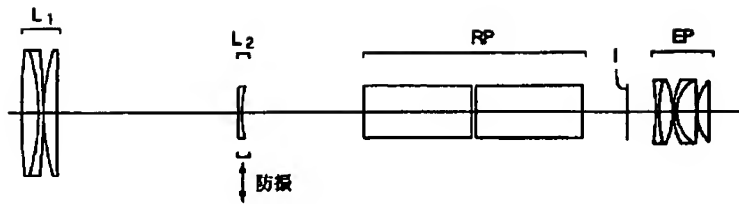
【図7】第4実施例の構成図

【図8】第4実施例の対物レンズ系の、(A)防振補正を行わないとき、及び(B)(C)像変位量が1mmとなるように防振補正をしたときの諸収差図

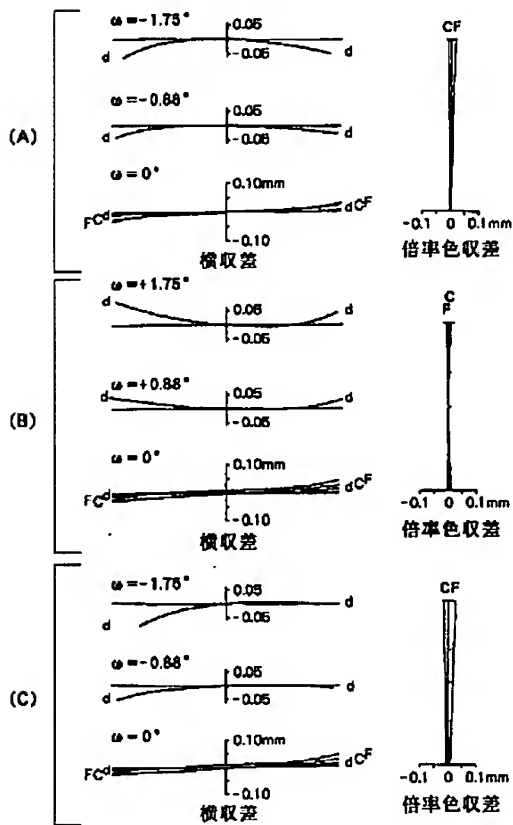
【符号の説明】

L_1 …第1レンズ群 L_2 …第2レンズ群
 RP …正立用プリズム系 I …対物レンズ系の結像面
 EP …接眼レンズ

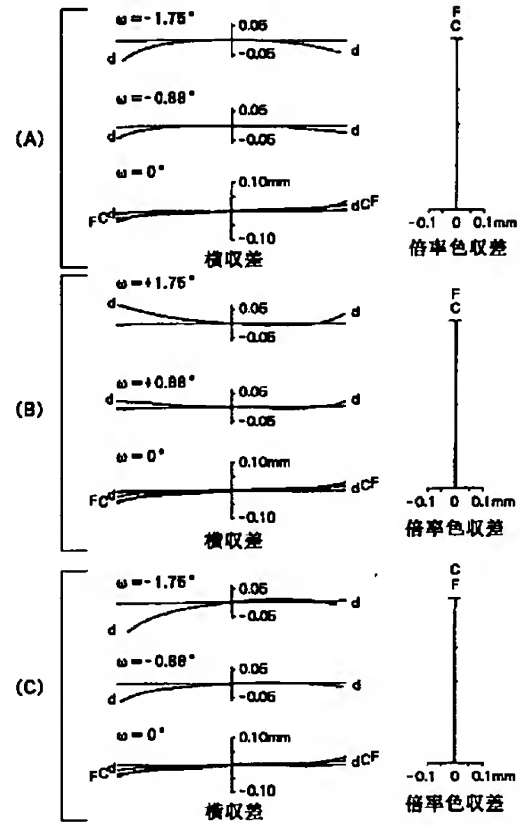
【図1】



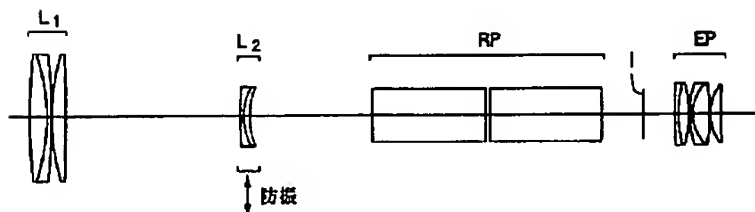
【図2】



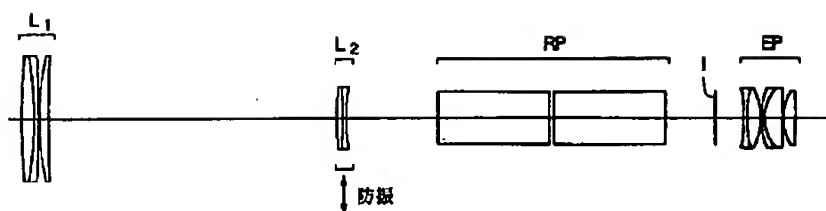
【図4】



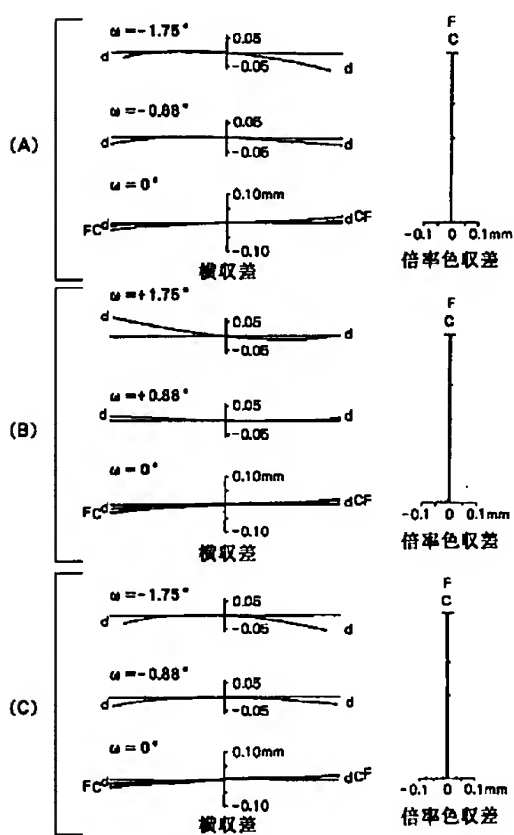
【図3】



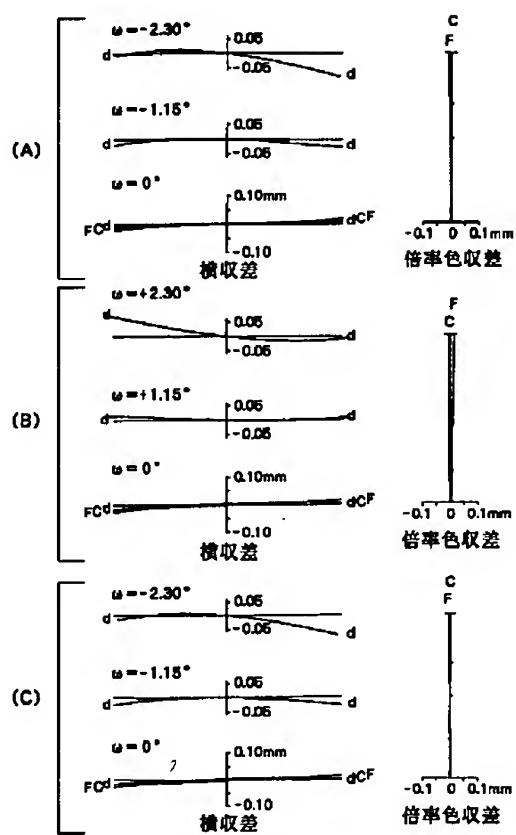
【図5】



【図6】



【図8】



【図7】

